

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра: „Матеріалознавство та ливарне виробництво”

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою МЛВ

к.т.н., доцент

_____ Олександр Кузик

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА **за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**

на тему:

“Розробка процесу виготовлення виливка
“Корпус гідромотора” з сірого чавуну марки СЧ 35
у піщано-глиняній формі”

“Development of the process for manufacturing the casting
“Hydraulic Motor Housing” from grey cast iron of the EN-GJL-
350 brand in a sand-clay mold”

Виконав здобувач вищої освіти

IV курсу, групи ПМ-22-1

спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

_____ Коритько І.А.

“ ____ ” _____ 2026 р.

Керівник роботи

к.т.н., доцент

_____ Віктор Ломакін

“ ____ ” _____ 2026 р.

Рецензент _____

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет _____ механіко-технологічний _____
Кафедра _____ матеріалознавства та ливарного виробництва _____
Рівень вищої освіти _____ бакалавр _____
Галузь знань _____ прикладна механіка _____
Спеціальність _____ 131 – Прикладна механіка _____
Освітньо-професійна програма: Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D друк

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри

“ _____ ” _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Коритько Іван Андрійович

прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: “Розробка процесу виготовлення виливка “Корпус гідромотора” з сірого чавуну марки СЧ 35 у піщано-глиняній формі”, затверджена наказом по університету № 167-02 від 13.03.26.
2. Керівник роботи: Ломакін Віктор Миколайович, к.т.н., доцент
3. Строк подання роботи до захисту: .06.2026 р.
4. Мета кваліфікаційної роботи: вибір обладнання для ливарного цеху сірого чавуну та розробка процесу виготовлення виливка “Корпус гідромотора” з сірого чавуну марки СЧ 35 у піщано-глиняній формі.
Завданням роботи є: аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус гідромотора”; проектування ливарної форми; конструювання та розрахунок ливникової системи форми.
Креслення: технологічні вказівки на виготовлення виливка “Корпус гідромотора”, модельні комплекти верха і низа, стрижневий ящик.

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вибір обладнання для ливарного цеху сірого чавуну	Ломакін В. М.		
Аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус гідромотора” і проектування ливарної форми	Ломакін В. М.		
Креслення	Ломакін В. М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір обладнання для ливарного цеху сірого чавуну		
2.	Аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус гідромотора”; проектування ливарної форми		
3.	Креслення		
4.	Оформлення пояснювальної записки		
5.	Оформлення рецензії		
6.	Захист кваліфікаційної роботи		

Дата видачі завдання:

“ _____ ” _____ 2025 р.

Підпис керівника

Ломакін В. М.

(прізвище та ініціали)

Підпис здобувача

Коритько І. А.

(прізвище та ініціали)

Анотація

стор. 64, рис. 19, табл. 9, бібліографічних назв 2

Виливок, сірий чавун, електрична піч, плавка, формовка, автоматична формувальна лінія

Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на тему: “Розробка процесу виготовлення виливка “Корпус гідромотора” з сірого чавуну марки СЧ35 у піщано-глиняній формі” складається із двох розділів.

В першому розділі роботи вибрано обладнання і приведено його технічну характеристику для виробництва виливків в ливарному цеху сірого чавуну.

В другому розділі роботи розроблено процес виготовлення виливка “Корпус гідромотора” на комплексній автоматичній лінії типу Л22821. Розроблена конструкція ливарної форми, прийнято розташування виливка у формі та кількість виливків на одну ливарну форму, розраховано ливниково-живильну систему для заливки розплаву чавуну.

Виконані креслення технологічних вказівок на виготовлення виливка “Корпус гідромотора”, модельних комплектів низа та верха, стержневого ящика.

Annotation

Page 64, fig. 19, table. 9, bibliographic titles 2

Casting, gray cast iron, electric furnace, melting, molding, automatic molding line

The qualifying work for the first (bachelor's) level of higher education on the topic: "Development of a process for manufacturing a casting "Hydraulic motor housing" from gray cast iron grade SCh35 in a sand-clay mold" consists of two sections.

In the first chapter of the work, the equipment is selected and its technical characteristics are given for the production of castings in a gray cast iron foundry.

In the second section of the work, a process for manufacturing a hydraulic motor housing casting on a type L22821 integrated automatic production line was developed. The mold design was developed, the casting's placement within the mold and the number of castings per mold were determined, and the gating and feeding system for pouring the molten iron was calculated.

Drawings of technological instructions for the production of the "Hydraulic Motor Housing" casting, model kits of the bottom and top, as well as the core box have been completed.

Зміст

	стор.
Вступ.....	8
1. Обладнання ливарного цеху сірого чавуну	10
1.1. Режими роботи цеху та розрахунок фондів часу	10
1.2. Плавильне відділення	12
1.2.1. Вибір плавильного обладнання	12
1.2.2. Шихтові матеріали та їх підготовка	14
1.2.3. Складання шихти	15
1.2.4. Плавка	18
1.3. Фрмувально-заливочно-вибивне відділення	20
1.4. Стержневе відділення	24
1.4.1. Стержнева машина	25
1.4.2. Гідроагрегат АХ29-16057-75/10-Н	26
1.4.3. Газогенератор	27
1.4.4. Установа приготування стержневої суміші	28
1.4.5. Скрубер	32
1.4.6. Установа для фарбування стержнів КТМ 900	33
1.5. Сумішеприготувальне відділення	34
1.6. Очисне відділення	40
1.6.1. Галтувальні барабани	40
1.6.2. Верстати для зачистки виливків	42
2. Технологія виготовлення виливка “Корпус гідромотора”	44
2.1. Аналіз конструкції та технологічності виливка	44
2.1.1. Конструктивний аналіз деталі	45
2.1.2. Оцінка технологічності виливка	46
2.1.3. Особливості формоутворення та ливарного процесу....	46
2.1.4. Властивості СЧ 35 та його вплив на технологію.....	47
2.1.5. Технічні умови на виливок	47
2.1.6. Узагальнена оцінка виливка “Корпус гідромотора”.....	48
2.2. Визначення положення виливка у формі і вибір площини роз’єму	49
2.3. Вибір припусків на механічну обробку та усадку	49
2.4. Вибір радіусів галтелей та формувальних кутів	51

2.5. Вибір стержнів та стержневих знаків	52
2.6 Конструювання і розрахунок ливникової системи ливарної форми	53
2.6.1. Визначення габаритних розмірів опоки	53
2.6.2. Розрахунок оптимальної тривалості заливки	54
2.6.3. Розрахунок площі перерізу каналів ливникової системи	55
2.7. Розробка модельних комплектів та стержневого ящика	58
Висновок	63
Список літератури	64
Додатки	65

ВСТУП

Ливарне виробництво є однією з базових галузей машинобудування, яка забезпечує виготовлення складних фасонних деталей для різних галузей промисловості. Сучасний розвиток ливарної техніки спрямований на підвищення точності виливків, зменшення трудомісткості виробництва, покращення якості продукції та максимальну механізацію і автоматизацію технологічних процесів. Особливо актуальним є впровадження автоматичних формувальних ліній та сучасних процесів виготовлення стержнів, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та стабільність якості виливків.

У даному проєкті розглядається технологія виготовлення корпусу гідромотора із сірого чавуну СЧ35. Корпус гідромотора є відповідальною деталлю складної конфігурації, яка працює в умовах змінних навантажень та підвищених вимог до герметичності і точності внутрішніх поверхонь. Це обумовлює необхідність застосування сучасних високопродуктивних технологій формування та виготовлення стержнів.

Для виготовлення зовнішньої форми виливка прийнято автоматичну формувальну лінію моделі Л22821, яка забезпечує високу продуктивність, стабільну якість форм та точність взаємного розташування напівформ. Використання автоматичної формувальної лінії дозволяє значно зменшити вплив людського фактору на процес формування, підвищити повторюваність геометричних параметрів форм і покращити умови праці у формувальному відділенні. Крім того, застосування автоматизованої лінії забезпечує скорочення тривалості виробничого циклу та підвищує ефективність серійного виробництва [1].

Особливе значення у виробництві даного виливка має процес виготовлення стержнів, оскільки внутрішня геометрія корпусу гідромотора є складною та містить ступінчасті внутрішні порожнини і канали. Для виготовлення стержнів прийнято сучасний Cold-Box Amin Process із використанням стержневої машини типу KSA. Даний спосіб характеризується високою швидкістю тверднення стержневої суміші,

можливістю отримання точних та міцних стержнів, а також високою продуктивністю процесу [2].

Застосування стержневих машин KSA дозволяє забезпечити стабільність геометричних розмірів стержнів, високу якість поверхні та мінімальні відхилення форми. Процес продування аміном забезпечує швидке та рівномірне тверднення суміші по всьому об'єму стержня, що особливо важливо для складних внутрішніх порожнин корпусу гідромотора. У порівнянні з традиційними методами сушіння стержнів гарячим способом Cold-Box процес має значно меншу тривалість циклу, нижчі енергетичні витрати та кращу точність отримуваних стержнів.

При проектуванні технологічного процесу особлива увага приділялася правильному вибору обладнання для всіх виробничих ділянок. Для приготування формувальних та стержневих сумішей використовується сучасне змішувальне обладнання, яке забезпечує стабільність складу та властивостей сумішей. Формувальна ділянка оснащується автоматичною лінією L22821, що дозволяє механізувати процес виготовлення форм і транспортування опок. Для виготовлення стержнів застосовуються високопродуктивні стержневі машини KSA, а плавильне відділення комплектується індукційними печами, які забезпечують точне регулювання температури та хімічного складу чавуну.

Комплексний підхід до вибору технології та обладнання дозволяє забезпечити високу якість виливків, підвищити продуктивність виробництва, зменшити кількість дефектів і створити сучасне високоефективне ливарне виробництво.

1. ОБЛАДНАННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ СІРОГО ЧАВУНУ

Згідно з завданням, тема бакалаврської роботи: “Розробка процесу виготовлення виливка “Корпус гідромотора” з сірого чавуну марки СЧ 35 у піщано-глиняній формі”.

Метою роботи є: вибір обладнання для ливарного цеху сірого чавуну та розробка процесу виготовлення виливка “Корпус гідромотора”.

Завданням роботи є: аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус гідромотора”; проектування ливарної форми; конструювання та розрахунок ливникової системи; виготовлення креслень технологічних вказівок, підмодельних плит з моделями та стержневого ящика.

1.1. Режими роботи цеху та розрахунок фондів часу

Приймаю: середньосерійний тип виробництва з тримінним безперервним режимом виробництва.

Розраховуємо календарний фонд часу роботи обладнання та робітників:

$$\Phi_K = n \cdot 24 = 366 \cdot 24 = 8784 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}}, \quad (1.1)$$

де $n=365$ – кількість днів у році.

Номінальний фонд часу на одну зміну:

$$\Phi_H = 40 \cdot 52 - 10 \cdot 8 - 7 \cdot 1 = 1993 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

де 40 – кількість робочих годин на тиждень;

52 – кількість тижнів на рік;

10 – кількість святкових

7 – кількість передсвяткових днів;

8 – кількість робочих годин на день;

1 – зменшення робочого часу в передсвяткові дні.

Номінальний фонд часу за рік при тризмінному режимі роботи:

$$\Phi_{\text{Н}}^1 = \Phi_{\text{Н}} \cdot 3 = 1993 \cdot 3 = 5979 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}}, \quad (1.2)$$

де 3 – кількість змін на один робочий день.

Фактичний фонд роботи обладнання на рік:

$$\Phi_{\text{фo}} = \Phi_{\text{Н}} \cdot (1 - k), \quad (1.3)$$

де k – втрати робочого часу роботи обладнання.

Фактичний фонд роботи обладнання в одну зміну на рік:

– плавильне обладнання

$$\Phi_{\text{Д.пл}} = 5979 \cdot (1 - 0,06) = 5620 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

– очисне обладнання

$$\Phi_{\text{Д.оч}} = 5979 \cdot (1 - 0,09) = 5441 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

– формівне обладнання

$$\Phi_{\text{Д.форм}} = 5979 \cdot (1 - 0,09) = 5441 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

– стержневе обладнання

$$\Phi_{\text{Д.ст}} = 5979 \cdot (1 - 0,09) = 5441 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

– змішуюче обладнання

$$\Phi_{\text{Д.зм}} = 5979 \cdot (1 - 0,09) = 5441 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

Фактичний фонд роботи працівників в одну зміну на рік:

$$\Phi_{\text{Дрзм}} = 1993 \cdot (1 - 0,12) = 1754 \frac{\text{ГОД}}{\text{РІК}},$$

Отримані дані зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Відомість фактичних фондів часу на рік

№ п/п	Група обладнання	Номинальний фонд часу на 1 зміну на рік	Кількість змін	Коефіцієнт втрат часу обладнання, %	Дійсний фонд часу		Коефіцієнт втрати часу робітників, %	Дійсний фонд часу роботи працівників, год	
					На зм.	За рік		На 1 зм.	За рік
1	Плавильне обладнання	1993	3	6	1873	5620	12	1754	5262
2	Очисне об- ладнання	1993	3	9	1814	5441	12	1754	5262
3	Формувальне обладнання	1993	3	9	1814	5441	12	1754	5262
4	Стержневе обладнання	1993	3	9	1814	5441	12	1754	5262
5	Змішуюче обладнання	1993	3	9	1814	5441	12	1754	5262

1.2. Плавильне відділення

1.2.1. Вибір плавильного обладнання

Для плавки чавуну марки СЧ 35 приймаю електричну індукційну піч ІСТ 1,5/500. В цих печах високий ККД, втрати металу на угар невеликі, а також вони задовольняють санітарно-гігієнічним умовам праці.

Індукційні печі зарекомендували себе як надійні і практичні плавильні установки для ливарної індустрії. При використанні промислової частоти вони особливо ефективні для плавки малорозмірних матеріалів, зокрема, стружки. Високий ККД, чудова рівномірність температури розплаву і його гомогенність є додатковими перевагами.

В Україні ливарні підприємства успішно використовують тигельні печі ІСТ для плавки різних сплавів. Ці печі характеризуються надійністю конструкції, низькою вартістю установки і тривалим часом роботи тигля.

Безканална тигельна індукційна піч має керамічний тигель, який обігривається зовнішнім індуктором.

Футеровка печі – кисла. Виготовляється з кремнеземних вогнетривких матеріалів (кварцевого піску, кварциту, меленої динасової цеглини) з вмістом окислу кремнію не менше 93–98%. З'єднуючим матеріалом служить сульфітно-целюлозний екстракт, в якості додається 1–1,5% розчин борної кислоти. Зерновий склад вогнетривкої маси: 5% зерен 3–2 мм, 50% зерен 2–0,5 мм, 45% зерен < 0,5 мм. Футеровка витримує 80 – 100 плавок.

Піч має систему гідравлічного нахилу і систему безперервного зважування, що дозволяє здійснювати автоматизоване завантаження, а також систему контролю параметрів процесу.

Електропіч індукційна тигельна ІСТ 1,5/500 рис. 1.1. призначена для розплавлення і перегрівання сталі, чавуну та інших сплавів. Плавка кольорових сплавів виконується в графітових, а плавка чорних металів – в набивних тиглях.



Рис 1.1 – Індукційна піч ІСТ 1,5/500

Технічна характеристика печі наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика печі

Параметри	Величина
Номінальна ємність тигля, т	1,5
Потужність живильного трансформатора, кВА	1700–2400
Потужність печі, кВт	500
Робоча температура металу, °С	1550
Дійсна продуктивність по розплавленню та перегріву, т/год	1,10
Тривалість повного циклу плавки, год	0,710
Питома витрата електр енергії на розплавлення та перегрів, кВт·год/т	400
Габаритні розміри, м	1,6 x 1,2 x 1,2

1.2.2. Шихтові матеріали та їх підготовка

В якості шихтових матеріалів для плавки сірого чавуну використовують переробні чавуни, сталевий брухт, відходи власного виробництва, феросплави, графіт подрібнений.

Для підготовки шихти й подачі її у виробництво на складах шихти організують дільниці просіювання коксу, подрібнення вапняку, очищення ливників і складання шихти. Як технологічне обладнання на складах шихти використовують чушколоми, дробилки, копри, алігаторні ножиці, барабани безперервної дії, установки для грохотування коксу і подрібнення вапняку.

Для зважування складових шихти застосовують стаціонарні шихтувальні і крапові ваги, а також електровагові візки. До масовимірювальних пристроїв металічні компоненти подаються по двох системах: через розхідні бункери з траковими, вібраційними й інерційними живильниками; із видатних засіків за допомогою мостового крана з електромагнітною шайбою регульованої вантажопотужності.

Немагнітні компоненти шихти подаються до дозуючих пристроїв за допомогою вібраційних живильників.

Для зменшення витрати електроенергії, підвищення продуктивності печей і покращення санітарно-гігієнічних умов у процесі плавлення в електропечах організують попередній підігрів шихти після її завантаження у завалювальні ємності в камерних або в тунельних печах чи на спеціальних стендах. Установку для підігрівання шихти звичайно вбудовують у систему набору й зважування. Площі, що виділяються під згадані дільниці, залежать від призначення цеху й масштабу виробництва, а проектувати їх рекомендується при складах шихтових матеріалів у безпосередній близькості від плавильних агрегатів.

Шихтової проліт призначений для зберігання шихтових, шлакотворних і заправних матеріалів. У зв'язку з тим що чавунний цех є цехом з великим обсягом виробництва склад шихтових матеріалів знаходиться у будівлі самого цеху. На шихтовому прольоті встановлені дробарки для подрібнення вапняку, кам'яного вугілля, феросплавів; магнітні крани грейферів, засіки, сушильна піч з черенем викочування, кульовий млин.

На цьому складі зберігаються також початкові формувальні матеріали, вогнетривкі матеріали. Склад має ворота для залізничного складу. Таким чином, шихтові і формувальні матеріали на склад подаються по залізниці.

Кількість матеріалів, що зберігаються на складі, визначається згідно з розрахунками плавильного і сумішеприготувального відділень. Витрата допоміжних матеріалів встановлюється на основі норм витрат.

1.2.3. Складання шихти

Мета розрахунку шихти – визначити її оптимальний склад, що забезпечує отримання металу заданого хімічного складу і властивостей.

В якості критерію оптимальності можуть використовуватись різні величини: та чи інша властивість металу, кількість браку, ступінь засвоювання вуглецю (при плаванні синтетичного чавуну в індукційних печах) та багато інших. Частіше за все в

якості критерію оптимізації при розрахунку шихти вибирають собівартість рідкого чавуну. Важливість оптимізації складу шихти по витратам витікає з того, що вартість рідкого металу складає 36-50% і більше вартості готових відливок. Цей критерій і використовується на даному підприємстві.

Традиційні методи розрахунку шихти (графічний, метод підбору та ін.), як правило, не вирішують задачу по оптимізації її складу, ставлячи своєю головною метою лиш забезпечення заданого хімічного складу чавуну.

Самі сучасні методи розрахунку шихти, забезпечують отримання металу заданого хімічного складу при мінімальній вартості шихти. Оптимальний склад шихти визначається за допомогою методу лінійного програмування, математичний апарат і алгоритми якого отримали широке застосування для вирішення цілого ряду техніко-економічних задач. Зведена таблиця розрахунку шихти для сірого чавуну СЧ 35 приведена нижче (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Розрахунок шихти для сірого чавуну марки СЧ35 ДСТУ 1412-85

№ п/п	Найменування матеріалу	Марка	Вміст матеріалу в шихті, кг	Вміст матеріалу в шихті, кг, %	Масова частка елемента, %									
					C		Si		Mn		S		P	
					В мат.	В шихті	В мат.	В шихті	В мат.	В шихті	В мат.	В шихті	В мат.	В шихті
1	Чугун переробний	ПЛ1(ПЛ2) гр 2, клас Б, кат 3 ДСТУ 805-95	528,1	28,2	4	1,128	0,7	0,1974	0,7	0,1974	0,03	0,00846	0,02	0,00564
2	Лом сталевий	Ст 3 (Ст5) ДСТУ 2651:2005	496,3	26,5	0,3	0,0795	0,4	0,106	0,5	0,1325	0,023	0,0061	0,04	0,0106
3	Відходи власного виробництва	СЧ 20 ДСТУ 1412- 85	760,3	40,6	3,31	1,34386	2,2	0,8932	0,85	0,3451	0,09	0,03654	0,1	0,0406
4	Ферросиліцій	ФС45 ДСТУ 4127-02	28,1	1,5	0,2	0,003	45	0,675	1	0,015	0,02	0,0003	0,05	0,00075
5	Ферромарганець	ФМн78 ДСТУ 3547- 97	11,2	0,6	7	0,042	6	0,036	78,5	0,471	0,03	0,00018	0,05	0,0003
6	Графіт подрібнений ГІ-4	ТУ У 26.8- 05394618- 026:2011	48,7	2,6	75	1,95	-	-	-	-	0,05	0,0013	-	-
7	Всього	-	1872,7	100	4,546		1,908		1,161		0,053		0,05789	

8	Угар (-), пригар (+)	-	-	-	-24	-1,0911	-10	-	0,19076	-20	-	-	-	-
9	Вміст в рідкому чавуні	-	-	-	3,455		1,717			0,929		-		-
10	До модифікування				3,3-3,5		1,4-1,8			0,7-0,9		до 0,15		до 0,2
11	Модифікатор ферросилікобарій	ФС65Ба4 ТУ48-48801-56-02	0,6	1,2	-	50	0,6	0,4	0,004			-		-
Кінцевий хім. склад				-	3,455		2,317			0,933		0,0529		0,0579
Потрібний хім. склад				-	3,3-3,5		2,4-1,8			0,7-1,0		до 0,15		до 0,2

1.2.4. Плавка

Зазвичай, попередньо розплавляють шихтові матеріали, які вміщують основний компонент сплаву, а потім в цей розплав вводять інші компоненти шихти.

Якщо метали, які входять до складу сплаву, сильно відрізняються по температурі кипіння та хімічній активності по відношенню до газів, футеровки та флюсів, а попередити взаємодію розплаву неможливо, то одночасне завантаження їх в піч недопустиме, оскільки це призведе до великих втрат, випаровування та окислення розплаву.

Легколетючі компоненти, які легко окислюються, вводять в розплав в останню чергу перед розливкою.

Одним із заходів зниження втрат металу на випаровування є введення легколетючих компонентів сплаву в вигляді лігатур. Лігатури з тугоплавкими та важкорозчинними елементами розчиняються в розплаві значно легше, ніж інші елементи. Це надає можливість виключити перегрів розплаву та зменшити витримку його при високій температурі.

Перед плавкою необхідно підготувати тигель. Підготовка тигля проводиться в наступному порядку:

- перед установкою в плавильну піч, тигель очищують на галтовочній установці від пригорівшої землі та інших включень;
- тигель встановлюють за допомогою електроталі в піч;
- вмикають піч та виконують нагрів тигля до температури 150 – 180°.

1.3. Формувально-заливочно-вибивне відділення

У цьому відділенні виконують технологічні й організаційно зв'язані між собою операції формування, збирання й заливки форм, охолодження й вибивки виливків. Проектування формувальних ділянок полягає в розбивці заданої номенклатури виливків на окремі групи за масою, у підборі для кожної групи виливків економічно, вигідного способу виготовлення форм і в підготовці технічної документації для прийнятого технологічного процесу. Виливки в ливарних цехах масового й багатосерійного виробництва виготовляють у формах, виконуваних "по-сирому" методом комбінованого ущільнення з використанням єдиних бентонітових сумішей на автоматичних і комплексно-механізованих формувальних лініях, обладнаних автоматичними й механізованими пристроями заливки.

У ливарних цехах серійного й одиничного виробництва виготовлення дрібних виливків передбачають "по-сирому" з використанням бентонітових сумішей на формовочних апаратах з комбінованими способами ущільнення. Для виливків масою понад 50 кг необхідно застосовувати облицьовувальні бентонітові суміші.

Для виготовлення форм виливків підвищеної точності масою понад 100 кг в умовах дрібносерійного й одиничного виробництва слід застосовувати холоднотверднучі суміші (ХТС).

Потокове виготовлення середніх і великих виливків для середньо і дрібносерійного виробництва слід передбачати у формах з використанням пластичних самотвердіючих сумішей (ПСС), швидкосохнучих піщано-глинистих сумішей /ПГС/ з органічними зв'язуючими, CO_2 процесу (для сталевих виливків) у потоці на струшуючих машинах з допресовкою чи піскометами. Для виготовлення великих і важких виливків можна застосовувати також рідкі самотверднучі суміші (РСС).

У разі лиття в піщані форми всю номенклатуру виливків розбивають на групи за масою, для кожної з яких підбирають оптимальні розміри опок, а потім відповідно до прийнятих технологічних процесів виготовлення форм залежно від розмірів опок і необхідної годинної продуктивності вибирають формівне обладнання і транспортні пристрої для переміщення форм.

Формувальні відділення у масовому й багатосерійному виробництві обладнуються конвеєрними лініями з формувальними автоматами або з машинами, розміщеними за умовами планування всередині чи поза ливарними конвеєрами.

За середньосерійного виробництва виливків середньої маси конвеєрні лінії доцільно обладнати пісcomedами з карусельними столами й змонтованими на них протяжними машинами.

У формувальному відділенні може бути прийнятий послідовний або паралельний режим роботи. У разі послідовного режиму з машинною формовкою форми під заливку накопичуються на плацу (проводиться розрахунок кількості робочих місць) або на роликівих конвеєрах-накопичувачах, довжину яких можна розрахувати залежно від довжини і кількості заливальних робочих місць. За паралельного режиму зв'язок технологічних операцій відділення здійснюється конвеєрним транспортом частіше візкового, рідше - підвісного або пульсуючого типу.

У разі проектування технологічного процесу виготовлення виливків на ливарному конвеєрі вибирають тип конвеєра і після розрахунку його довжини, враховуючи розміри платформи, визначають модель. Якщо на конвеєрі одночасно виготовляються два-три різних виливка, доцільніше застосовувати парне розташування формувальних машин біля конвеєра, а в разі виготовлення виливків одного найменування - групове. Це дозволяє скоротити довжину формувальної ділянки або за рівної довжини цієї ділянки встановити більшу кількість пар машин, збільшивши тим самим продуктивність конвеєра.

Кількість однотипних ливарних конвеєрів для проектного цеху не розраховується. Приймаємо, що для транспортування формівної суміші використовують стрічковий конвеєр, для подачі стержнів і стержневої суміші - підвісний конвеєр, для подачі рідкого металу до формівної лінії використовують ливарні ковші, для транспортування гарячих виливків - стрічковий конвеєр.

Коефіцієнт використання продуктивності обладнання, який у проектних розрахунках регламентує інтенсивність його використання відносно ефективного річного фонду часу роботи, установлюють у межах 0,7...0,8.

Залежно від типу плавильної печі та її місткості, марки металу, маси виливків і режиму роботи цеху підбирають тип, розраховують місткість і визначають парк розливних ковшів.

Під час розливання чавуну у великі форми застосовують чайникові ковші. У разі транспортування рідкого чавуну на значні відстані використовують барабанні ковші місткістю до 1 т. Для розливання сталі звичайно застосовують конічні стопорні або чайникові ковші, а кольорові метали розливають за допомогою поворотних (конічних чи барабанних) або чайникових ковшів.

У випадку масового виготовлення дрібних і середніх виливків випуск металу з печі здійснюється в роздавальний ківш, місткість якого визначається місткістю плавильної печі, а потім на стендах біля конвеєрів метал переливається в роздавальні ковші. Останні використовують також у разі безперервної подачі металу з

Згідно з розміром номенклатури литва вибираємо автоматичну лінію типу Л22821, технічна характеристика якої, наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4.— Технічна характеристика автоматичної лінії типу Л22821

№ п/п	Характеристика	Л22821
1	Розміри опок (внутрішні), мм	500x400x200
2	Продуктивність, форм/годину	300.
3	Метод скріплення форм	Вантажами
4	Кількість формівних блоків	2
5	Кількість пар опок	240
6	Витрати повітря, м ³ /год	150
7	Потужність, кВт	81,8
8	Маса, кг	68000
9	Габаритні розміри, мм	72000x11000x3000

Комплексна автоматична лінія типу Л22821 призначена для виготовлення дрібних та середніх відливок великої різноманітності по висоті і складності конфігурації. Суміш в опоці ущільнюється струшуванням з одночасною або подальшою допресовкою. Конструкція лінії передбачає одно-, дво- або трьохблочне виконання. Всі формувальні блоки з'єднані наземним горизонтально-замкнутим візковим конвеєром. Блоки можуть бути як лівого, так і правого виконання, що дає можливість більш гнучко використовувати лінію для випуску виливок різної номенклатури, змонтувати лінію у вже існуючих цехах і обмежених умовах працюючого цеху, забезпечити технологічну гнучкість і надійну роботу. Цикл виготовлення відливок включає наступні операції: зшттовування комплектів порожніх опок з візків безперервно рухаючого конвеєра, розпаровку опок, роздільне формування верхньої і нижньої напівформ, витяжку моделей, установку напівформ на допоміжній конвеєр для простановки стержнів, зборку форм, передачу зібраних форм на ливарний конвеєр, навантаження форм, заливку, охолодження і вибивку форм. Простановка стержнів і заливка здійснюються вручну. Для якнайповнішого використання можливостей лінії її доцільно застосовувати в комплекті з автоматизованою сумішеприготувальною установкою продуктивністю 40 м³/ч. Для формування використовується єдина піщано-глиниста суміш. Формувальний блок є карусельним чотирьохпозиційним автоматом з об'ємним дозуванням формівної суміші. Навантажуються форми ланцюговим вантажоукладчиком. Вибивка - на вібраційних решітках.

Лінія оснащена електричною, гідравлічною, пневматичною і змащувальною системами. Управління лінією здійснюється дистанційно з центрального і допоміжного пультів.

1.4. Стержневе відділення

Проектування стержневого відділення полягає в підборі технологічного процесу виготовлення стержнів і розрахунку потрібної кількості стержневих машин, сушильних агрегатів, зачищувальних верстатів та іншого обладнання для виконання заданої програми цеху.

Стержні, які підлягають виготовленню в проектованому відділенні, різноманітні. Тому їх класифікують за розмірами, конфігурацією, масою, методом виготовлення і складом стержневої суміші дав можливість об'єднати їх у групи для організації технологічних потоків з раціональним процесом виготовлення на однотипному обладнанні.

Технологічні процеси виготовлення стержнів, які застосовують у сучасних ливарних цехах, поділяють на три групи:

- із застосуванням нагріву – в гарячих ящиках; з короткочасним сушінням; з тривалим сушінням;
- з обробкою зовнішніми реагентами – з продуванням вуглекислим газом чи каталізаторами;
- з твердненням в атмосфері цеху в ящиках – з гаряче- і холоднотверднучих, а також рідких самотверднучих сумішей.

Устаткування для стержневого відділення, вибирають згідно з прийнятим технологічним процесом виготовлення стержнів з урахуванням характеру виробництва відливків.

У ливарних цехах масового багатосерійного виробництва, коли трудомісткість виготовлення стержнів досягає 30...40, а загальної трудомісткості отримання відливків, у стержневих відділеннях необхідно застосовувати високопродуктивне багатопозиційне і автоматизоване технологічне устаткування на базі піскодувних і піскодувно-піскострельних автоматів і напівавтоматів.

Обираємо для стержневого відділення наступне обладнання:

1. Стержневий автомат KSA 10 AFT
2. Система готування стержневої суміші
3. Скрубер (рис. 1.10)
4. Установа для фарбування стержнів (рис. 1.11)

1.4.1. Стержнева машина

У комплект поставки стержневої машини входять:

Стержневий автомат KSA 10 (рис. 1.2)

Гідроагрегат (рис. 1.3)

Газогенератор (рис. 1.4)

Електрошафа

Пневматичної станції



Рис. 1.2 – Стержневий автомат KSA 10 AFT

Стержневий автомат KSA 10 служить для виготовлення стержнів.

Деталі машини встановлені на рамі й захищені розбірним корпусом у якому влаштовані автоматичні двері. Для керування процесом передбачений пульт керування.

Стержнева суміш подається піскострельним пристроєм (стисненим повітрям) у стержневий ящик.

Максимальний об'єм пострілу 10дм³

Стержні в стержневому ящику продуваються каталізаторним газом (аміном) і затвердівають.

Готові стержні видаються зі стержневого автомата на висувному столі.

Габаритні розміри: 2700x2790x3000мм

Макс. розміри стержневого ящика: 600x600x600мм

Висота підйому стола: 380мм

Макс. зусилля пресування: 100 кН

Об'єм ресівера: 120 дм³

Об'єм ємності стержневої суміші: 100 дм³

Продуктивність: 60-80 зніманий/год

1.4.2. Гідроагрегат АХ29-16057-75/10-Н

Гідроагрегат призначений для забезпечення роботи гідроустаткування: гідроциліндрів, клапанів і т.д. Гідроагрегат складається з ємності для масла, електромотора, насоса й охолоджувача.



Рис. 1.3 – Гідроагрегат АХ29-16057-75/10-Н

Потужність двигуна 7,5 кВт

Продуктивність насоса 45 л/хв

Робочий тиск 160 – 200 бар

Обсяг бака 160 л

1.4.3. Газогенератор



Рис. 1.4 – Газогенератор

Газогенератор призначений для переробки рідкого аміну в газ і забезпечує його подачу до стержневої машини.

Потужність нагрівання 4 кВт

Призначений для стержнів до 15 кг

Габарити: ВхДх Ш 1400мм х 970мм х 625мм

Місткість ємності: 10дм³

Підключення електроенергії: 400 вольт

1.4.4. Установка приготування стержневої суміші

Система готування стержневої суміші складається:

Пневматичний конвеєр (рис. 1.5)

Бункер змішувача (рис. 1.6)

Змішувач (рис. 1.7)

Транспортер для стержневої суміші (рис. 1.8)

Фільтрувальна установка

Склад бочок (рис. 1.9)

1.4.4.1. Пневматичний конвеєр РКФ 30

Пневматичний конвеєр забезпечує подачу піску від накопичувального бункера (установлюється замовником) у бункер змішувача SM 20.

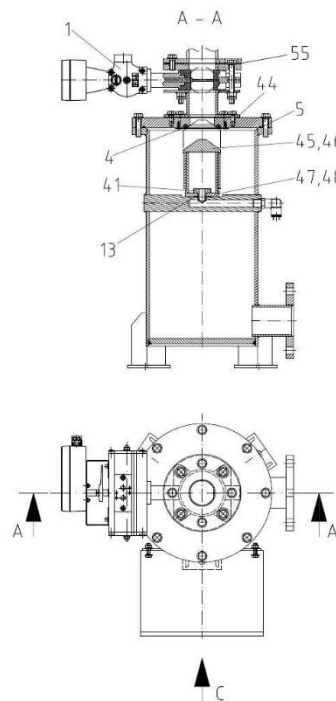


Рис 1.5 – Пневматичний конвеєр РКФ 30

Маса 66,70 кг

Робочий тиск 6 бар

Місткість 30 л

Продуктивність за поштовх 25 - 30 дм³

Розміри В х Ш х Д 775 х 300 х 450мм

Керування 24 В

1.4.4.2. Бункер змішувача

Бункер являє собою закриту ємність із фланцем для приєднання трубопроводу від пневматичного конвеєра й отвором для під'єднання витяжної фільтруючої установки. Бункер обладнано двома датчиками контролю рівня заповнення.

Макс. місткість бункера 2000кг.

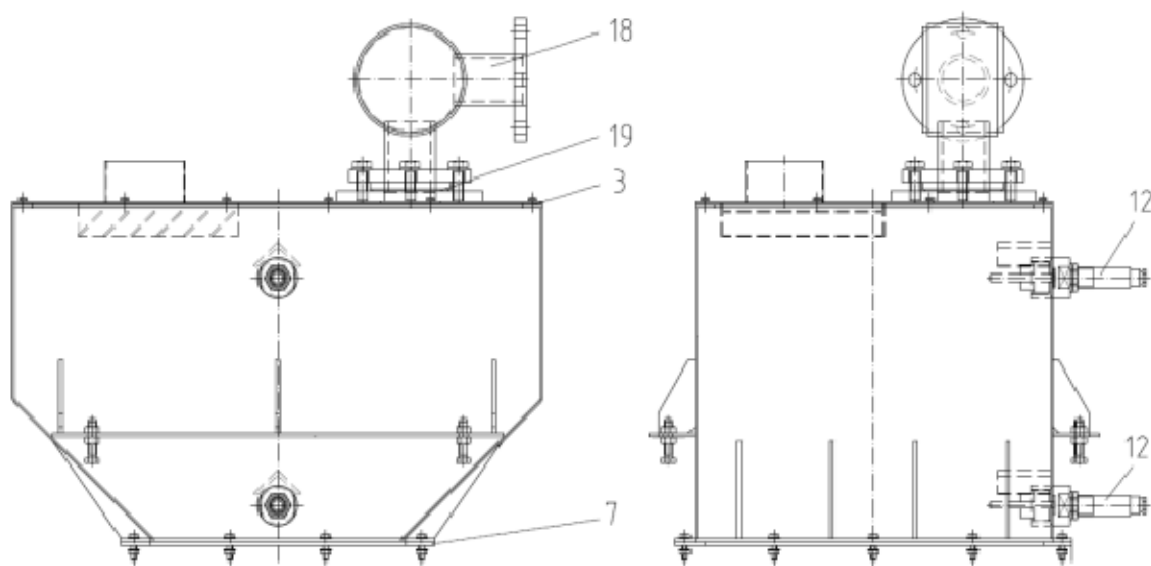


Рис. 1.6 – Бункер змішувача

1.4.4.3. Змішувач SM 20

Вертикальний швидкісний змішувач обладнаний пневматично керованою заслінкою, шнековим дозатором і дозуючими соплами для хімічних добовок.

Загальна вага 502 кг

Розміри (Ш х Д х В) 820x1195x835 мм

Робоча напруга 400 В/ 50 Гц

Напруга керування 24 В

Необхідна потужність 12,5 кВт

Об'єм змішання 20 л



Рис 1.7 – Змішувач SM 20

1.4.4.4. Транспортер суміші GBF 138X300X3400

Транспортер призначений для подачі стержневої суміші від змішувача до стержневого автомата.

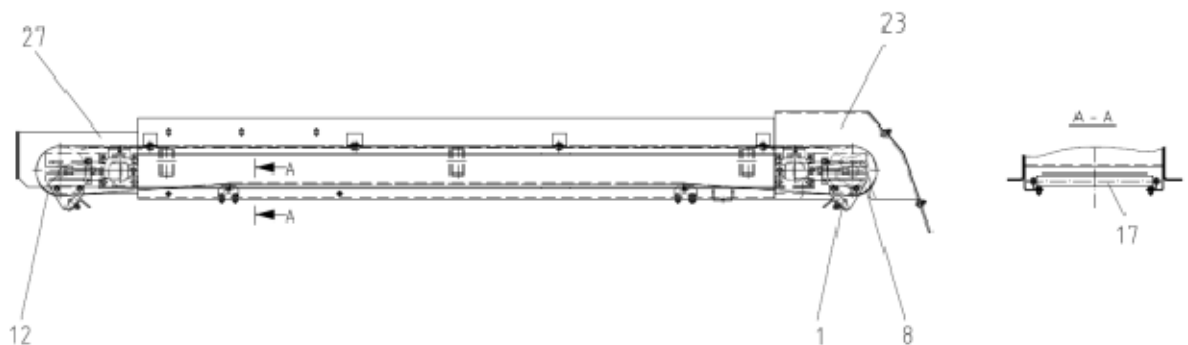


Рис. 1.8 – Транспортер суміші GBF 138X300X3400

Загальна вага 217 кг

Діаметр барабана 220 мм

Ширина стрічки 300 мм

Міжосьова відстань 3400 мм
Швидкість стрічки 0,5 м/с
Робоча напруга 400 В / 50 Гц
Необхідна потужність 2,2 КВт

1.4.4.5. Фільтрувальна установка Aerodust Jet ECO 05/1

Фільтрувальна установка служить для відсмоктування й очищення повітря з бункера змішувача

Потужність 1,5 кВт
Продуктивність 2500м³/год
Розміри (ШхДхВ) 800х800х2500 мм
Залишок пили < 1мг/м³

1.4.4.6. Склад бочок

Склад бочок призначений для зберігання й дозування сполучних компонентів у змішувач.

Він складається із двох установок: Установка 1 – для в'язкого компонента, Установка 2 – для затверджувача.

На кожній установці змонтований насос для подачі компонентів у змішувач.

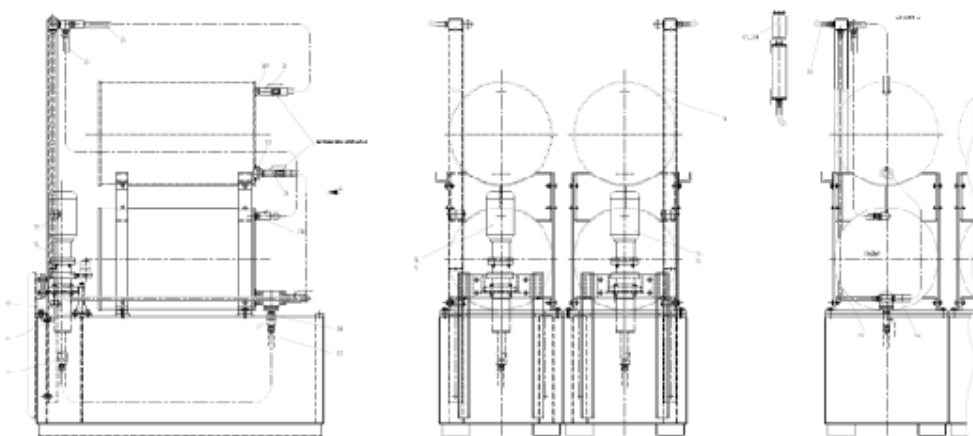


Рис. 1.9 – Склад бочок

Загальна вага 550 кг

Розміри(Шх Дх В) 1390х1660х2554 мм

Робоча напруга 230/400 В - 50 Гц

Номінальна потужність 2х0,75 кВт

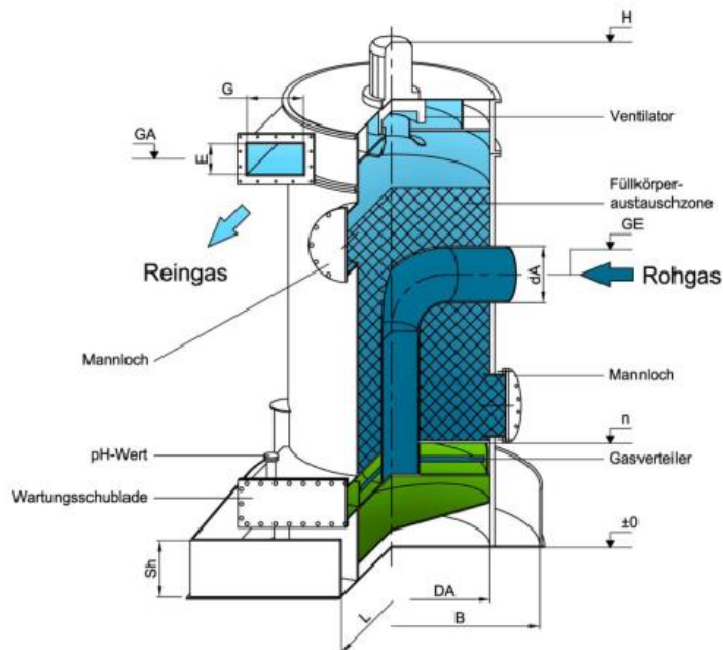
Тиск 2 бар

Число обертів 382 об/хв

Тип насоса ESP-AFJ 15.2 BV

1.4.5. Скрубер KSA-W 1000 (

Kompakt-Sprudel-Absorber



KSA-W		450	650	800	1000	1200	1400
Abluftvolumenstrom (Vmax)	m³/h	800	1400	2000	3000	4500	6000
Gesamthöhe (H)	mm	2565	2730	2900	3165	3415	3665
Durchmesser Absorber (DA)	mm	450	650	800	1000	1200	1400
Gaseintritt Absorber (dA)	mm	160	200	225	315	355	400
Höhe Gaseintritt (GE)	mm	1265	1400	1460	1615	1765	1915
Reingasaustritt (ExG)	mm	125x140	140x160	160x200	160x250	200x320	200x400
Höhe Gasaustritt (GA)	mm	2208	2330	2450	2665	2845	3045
Höhe Waschflüssigkeit (n)	mm	658	658	658	708	758	758
Volumen Waschflüssigkeit	l	76	159	241	377	543	739
Schutzwanne (BxL)	mm	1000x800	1200x1000	1400x1200	1550x1400	1800x1600	2000x1800
Höhe Schutzwanne (Sh)	mm	300	300	300	300	300	300
Auffangvolumen	l	310	470	670	880	1100	1400

Рис. 1.10 – Скрубер KSA-W 1000 (PLASMAAIR AG) та його технічні характеристики

У комплект поставки скрубера входить:

Резервуар для кислоти

Абсорбаційна колона

Радіальний вентилятор

Фільтр

Склад кислоти

Електрошоку

Дозуюча установка

Скрубер використовується для очищення газів, що відходять, від стержневого автомата. У процесі абсорбції відбувається перетворення газів, що відходять, у сірчану кислоту слабкої концентрації, яка збирається в резервуарі для кислоти. Надалі кислота підлягає переробці на спеціалізованих підприємствах.

Обсяг очищуваного повітря 3000м³/год

Температура очищуваного повітря 20° С

Концентрація сирого газу ≤ 100 мл аміну/м³ повітря

Концентрація відчищеного повітря ≤ 5 мл аміну/м³ повітря

Втрата тиску в скрубері 250 мм (водяного стовпа)

Споживана потужність 10 кВт

1.4.6. Установка для фарбування стержнів КТМ 900

В установці для фарбування стержнів КТМ 900 (рис. 1.11) проводиться фарбування стержнів, крім того одночасно проводяться підготовка шліхти. Установка складається із двох резервуарів із хромонікелевої сталі. У резервуарі для занурення стержнів вмонтований маятниковий пристрій, який забезпечує рівномірне перемішування шліхти (фарби). Мембранний насос видаляє осад і перекачує його в переливний резервуар. Зібрана із дна фарба, за допомогою оборотного пристосування, знову подається в резервуар для занурення стержнів.

Загальна вага 755кг

Розміри(Ш x Д x В)

2000x810x1100мм

Зона занурення (Ш х Д х В)	1200x800x600 мм
Обсяг резервуара для занурення	450 л
Обсяг переливного резервуара	110 л



Рис 1.11 – Установка для фарбування стержнів КТМ 900

1.5. Сумішеприготувальне відділення

Загальнорічні витрати формувальних сумішей у масовому, великому серійному виробництві і для безопокowego формування визначають, виходячи з розмірів і кількості виготовлюваних форм для всієї номенклатури виливків, виключаючи об'єм, зайнятий виливком з ливниковою системою й стержнями.

Витрати стержневих сумішей визначають за технологічною відомістю необхідних стержнів на програму, поділяючи за видами сумішей.

Загально річні витрати формувальних і стержневих сумішей збільшують на 10... 15 % /ПСС і CO₂ - процес - 8... 12 %, ХТС -7...9 % і РСС - 5...7 % / для врахування витрат сумішей під час транспортування, формування тощо. Знаючи повні річні витрати сумішей за розмірами форм і групами стержнів і їх рецепти, розраховують витрати компонентів сумішей. Ці дані використовують у розрахунках складів і сумішеприготувального обладнання.

Готова суміш із змішувачів автоматично видається і доставляється в бункери-відстійники, а потім розподіляється по бункерах, розміщених над

формувальними або над стержневими машинами. Для розпушування суміші після виходу з бункерів-відстійників застосовують аератори. Самотверднучі суміші виляганню й розпушуванню не піддаються.

У ливарних цехах багатосерійного й масового виробництва виливків формувальні й стержневі суміші виготовляють безпосередньо біля ліній по виготовленню форм і стержнів. Це технологічно необхідно для самотверднучих сумішей, а для піщано-глинистих сумішей дозволяє скоротити витрати на транспортні засоби й зменшити висихання суміші при перевезеннях.

Формувальну і стержневу суміш готують у змішувачах різних конструкцій періодичної і неперіодичної дії.

На цій ділянці готують суміш формовки деяких відливків на плацу в ручну та суміш для футеровки ковшів. Для цієї ділянки приймаю каткові змішувачі (бігуни) моделі 15202, які мають нерухому чашу 1 (рис. 1.12) і два гладкі катки 2 (посаджені на осі 4), які котяться по шару змішаного матеріалу навколо центрального вертикального валу 3. За допомогою плужків 5 і 6 змішуваний матеріал прямує під катки. Катки змонтовані на кривошипях таким чином, що при попаданні під них випадкових твердих предметів можуть підводитися і пропускати останні.

Між катками і днищем чаші є регульований зазор (до 25 мм), який запобігає дробленню катками піщаних зерен суміші. Готовий заміс вивантажується із змішувача через люк 7 в днищі чаші. Завантаження початкових матеріалів і вивантаження суміші здійснюється періодично.

У зарубіжній практиці поширені каткові змішувачі з гумовими катками з пневматичною камерою. Днище і борти чаші також облицьовувалися гумовими пластинами. Такого виконання дає хорошу якість змішування в результаті великого коефіцієнта тертя гуми і високу продуктивність. Термін служби таких катків і чаші більший, ніж катків в звичайного металевого виконання.

Норми розрахункової продуктивності змішувачів бункерів беруть залежно від технологічного процесу і призначення суміші. Характеристика змішувача для виготовлення формівної суміші наведено в таблиці 1.5

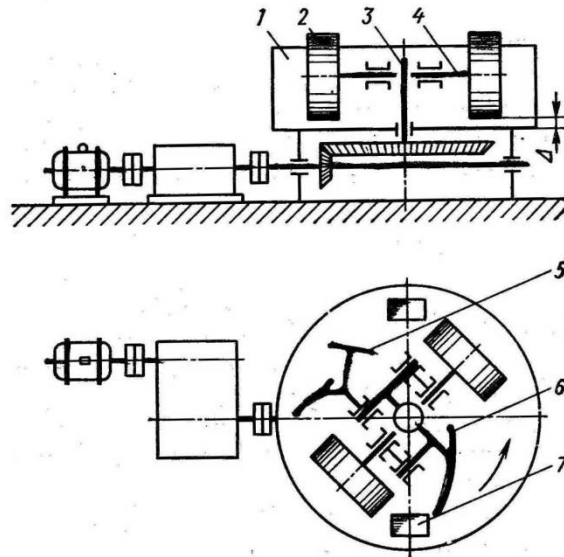


Рис. 1.12 – Схема каткового змішувача

Таблиця 1.5 – Характеристика змішувача для виготовлення формувальної суміші

Змішувач безперервної дії з вертикально-обертливими котками				
Найменування	Модель	Номінальна продуктивність, м ³ /год	Об'єм замісу, м ³	Габаритні розміри, м
3 металічними котками	1A11M	6,3	0,25	1,7x1,6x2,2

Вихідні матеріали для приготування формувальної суміші

1. Пісок формувальний кварцовий марки 1 КО 016 або КО2 Оріховського кар'єру ДСТУ 2138-91.
2. Пісок глинистий ТО16 Г Часов-Ярського кар'єру ДСТУ 2138-91.
3. Бентоніт у грудках П1Т₃К Черкаського кар'єру ДСТУ 28117-89.
4. Мазут топковий 100 зольни високосірчаний ДСТУ 4058-91.
5. Вода технічна.

Технічні вимоги

Склад формувальної суміші і її властивості повинні відповідати даним, наведеним у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6. – Склад і властивості формувальної суміші

Найменування матеріалу	ДСТУ	Кількість			Властивості суміші		
		В об'ємних процентах	В одиниці об'єму (л)	У вагових одиницях, %	Газопроницність, од	Межа міцності при стиску у вологому стані, МПа	Масова частка вологи, %
1) Оборотна формувальна суміш	2138-91	92,72	500	94,0	не менше 85	0,05-0,08	3,5-4,3
2) Пісок кварцовий ДОО16		4,64	23	4,09			
3) Бентонітова суспензія (щільність 1,06-1,12г/см ²)		2,64	13	1,91			
Разом		100	536	100			
4) Паливо нафтове (понад 100%)	10585-75	0,3	2	0,22			

Фізико-механічні властивості формувальної суміші повинні відповідати:

- масова частка глинистих часток – $7 \div 9\%$ (за ДСТ 29.234.1-91)
- вміст активної глини – $4,5 \div 7,0\%$ (за ДСТ 23409.14-78)
- плинність – не менш 60% (за ДСТ 23409.17-78)
- схильність до осипання – $0,10 \div 0,30\%$ (за ДСТ 23409.9-78).

1. При готуванні формувальної суміші в бігунах дотримуватися рецептури згідно таблиці 1.6, а у випадку зниження газопроницності або збільшення вмісту в суміші пилу більш $3,5\%$ необхідно додавати вміст кварцового піску до одержання необхідних показань по газопроницності.
2. Відпрацьована формувальна суміш обов'язково повинна проходити через полігональне сито й через магнітну сепарацію.
3. У зимовий час замерзлі грудки формувального піску перед завантаженням у систему сумішеприготувального відділення необхідно розморозити, для цього грудки повинні вилежатися кілька годин при плюсовій температурі в приміщенні сумішеприготувального відділення до повного відтавання.
4. Послідовність завантаження складових формувальної суміші проводиться відповідно до порядкового номера матеріалу в таблиці 1.6.

Приготування формувальної суміші

1. Готування формувальної суміші в сумішеприготувальному відділенні проводиться за допомогою бігунів, що змішують, моделі 1A11M и 1A12M.
2. Включення бігунів, що змішують, проводиться натисканням кнопки “Пуск” на пульті керування.
3. Відкриттям шиберної заслінки бункера з оборотною сумішшю зробити заповнення 1/8 частини ємності бігунів і перемішати її протягом 1 хвилини.
4. Відкриттям крана подачі бентонітової суспензії на 5 секунд, завантажити її в змішувач і перемішати на протязі 1 хвилини.
5. Відкривши кран подачі мазуту на 1 секунду, довантажити його у формувальну суміш і перемішати її в на протязі 1 хвилини.
Паливо нафтове вводиться понад 100% з метою зменшення пригару формувальної суміші.
6. Приготовлену формувальну суміш, повернувши важіль вивантаження, видати на транспортер подачі суміші у відстійник.
7. Подача кварцового піску у формувальну суміш, що готується, проводиться за допомогою вивантаження його в систему подачі оборотної суміші на транспортер подачі її в змішуючі бігуни.

Вихідні дані для приготування стержневих сумішей

1. Пісок кварцовий марки 1K016 ДСТУ 2138-91.
2. Глина формувальна бентонітова П1Т₃К ДСТУ 28117-89.
3. Зв'язуюче для ливарного виробництва ЛМ ТУ У 23112279.003-98.
4. Лігносульфанати технічні порошкоподібні ТУ 2455-002-00281039-00.
5. Оліфа “Оксоль” LCNE 190-78.
6. Гас освітлювальний КО-20, КО-25 ОСТ 23.4.209-82.
7. Вода технічна.

Технічні вимоги до стержневих сумішей

Склад стержневої суміші і її фізико-механічні властивості повинні відповідати даним, наведеним у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Склад стержневої суміші і її фізико-механічні властивості

Найменування матеріалу	ГОСТ	Кількість			Час перемішування (хв)	Властивості суміші			
		В об'ємних відсотках	В одиницях об'єму (л)	У масових процентах		Газопроникність (ед.)	Межа міцності на стиск у вологому стані (МПа)	Вологість, (%)	Межа міцності при розтягуванні висушених зразків, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
При виготовленні піскодувним способом									
1. Пісок кварцевий КО 016	1238-91	96,29	228	95,29		Не менш 70	0,005-0,01	1,8-2,8	Не менш 0,8
2. Зв'язуюче для ливарного виробництва ЛМ	ТУ В 231122 79.003-98	3,45	10	4,20	15				
3. Гас КО-20	ОСТ 23.4.20 9-82	0,26	0,5	0,21	1				
Разом		100	238,5	100	16				

Приготування стержневих сумішей

1. Готування стержневих сумішей проводиться в стержневому відділенні ливарного цеха за допомогою змішувача SM 20 згідно з рецептурою, зазначеною в таблиці 1.7

2. Включення бігунів, що змішують, проводиться натисканням кнопки “Пуск” на пульті керування.

3. Дозування подачі кварцового піску в бігунах проводиться за допомогою дозатора по рецептурі необхідного сполуки стержневої суміші по таблиці 1.7.

4. Додавання в стержневі суміші – бентоніту, як зв'язуючого, оліфи й гасу проводиться за допомогою мірного кухля й цебра вручну безпосередньо в змішуючі бігуни, і відповідно до рецептури суміші.

5. Час перемішування компонентів стержневої суміші після з додавання в бігуни, указанно в таблиці 1.7.

6. Після готування даної стержневої суміші при вивантаженні її з бігунів зробити забір проби після кожного замісу.

Забір проб стержневої суміші робить персонал лабораторії полімерних

і формувальних матеріалів ЦЗЛ.

7. Видача приготованої стержневої суміші на робочі місця в стержневому відділенні проводиться за допомогою електротельфера й спеціальної тари, наявної в користуванні.

1.6. Очисне відділення

1.6.1. Галтувальні барабани

Відливки, вибиті з ливарних форм, проходять певний за тривалістю цикл охолодження, після чого їх передають до термообрубного відділення, де проведенням ряду операцій покращують їх фізико-механічні властивості й надають їм товарного вигляду. Технологічний процес обробки відливок, що характеризується кількістю, послідовністю й особливостями виконання операцій, установлюють з урахуванням роду сплаву, габаритних розмірів, маси й конфігурації відливок.

Після видалення елементів ливникових систем подальша обробка відливок полягає в наступному: а) поверхню відливок очищають від формувальних і стержньових сумішей, що пригоріли; б) видаляють залишки (сліди) ливникових систем, підживлювачів і заток; в) усувають нерівності на поверхні відливок і готують їх до фарбування (грунтовки).

Очищення поверхні відливок від формувальної і стержньової сумішей, що пристали і пригоріли, придання їй товарного вигляду - важлива технологічна операція, що забезпечує отримання відливок високої якості.

Існує багато способів очищення поверхні відливок, з яких найбільше розповсюдження отримали очищення в барабанах, дробоструйний і дробометний способи. Застосовуються також спеціальні методи, такі, як електрохімічне, електротермомеханічне, вібраційне, газополум'яне і електрогідролічне очищення відливок.

Очищення відливок в барабанах (круглих або квадратних) - спосіб досить старий, але ще поширений в ливарних цехах завдяки своїй простоті. Завантажені в барабани відливки очищаються шляхом несильних ударів і взаємного тертя. Для

посилення цього ефекту разом з литвом завантажуються спеціальні зірочки з білого чавуну, які своїми гострими краями додатково обробляють відливки. Крім того, дрібні зірочки, проникаючи у внутрішні порожнини відливок, очищають труднодоступні поверхні.

Робота барабанів, що обертаються, супроводжується великим шумом, а також пилевиділенням, особливо при вивантаженні. Для зменшення шуму між зовнішнім корпусом і внутрішньою бронею укладаються звукопоглинальні прокладки.

При виборі конструкції і типу барабана враховують масу, конфігурацію і товщину стінок відливок. Так, для очищення литва масою 1 - 25 кг застосовують прохідні барабани безперервної дії, для відливок масою до 100 кг - барабани періодичної дії.

Прохідний барабан безперервної дії для очищення литва масою 1 - 20 кг (рис.1.13, табл.1.8) представляє собою циліндр 4 діаметром 1,2 м з крайніми надставками у вигляді усічених конусів. З середини барабан футерований ребристими плитами з марганцевистої сталі, які зберігають його від зносу.

На ділянці барабана, окільцьованій вентиляційним кожухом 5, зроблені отвори для розсіпу піску і частинок пригару.

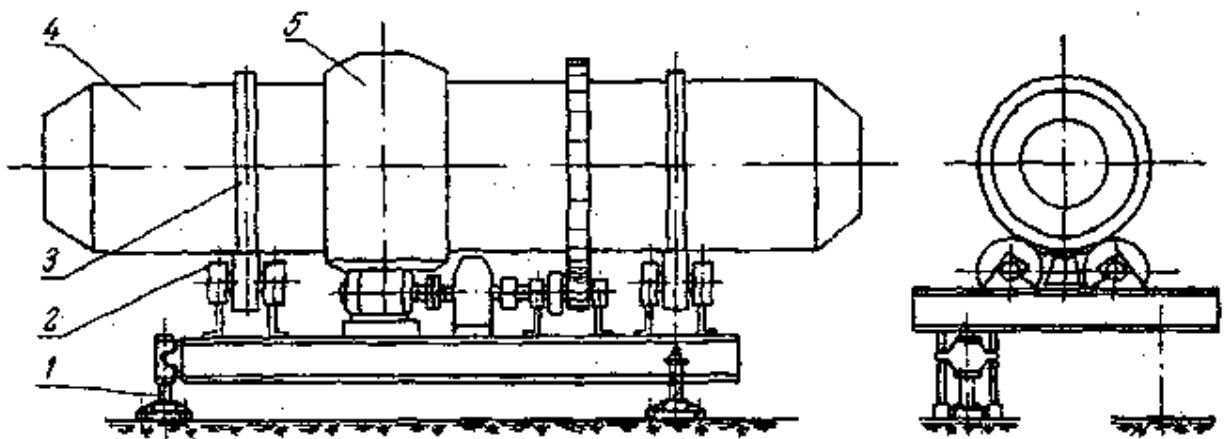


Рис. 1.13 - Схема галтувального барабана.

Барабан має два бандажі 3, якими він спирається на чотири катки 2, і одержує обертання від електромотора через редуктор і шестерню, яка знаходиться в зачепленні з зубчатим вінцем.

Щоб полегшити переміщення відливків усередині барабана в напрямі від завантажувального кінця до вихідного, він встановлюється з невеликим нахилом (до 6°), який регулюється спеціальним гвинтовим механізмом. Від осьового зсуву барабан утримується роликми, встановленими з обох боків бандажа. Барабан обертається із швидкістю 6 об/хв і для охолодження відливків з боку вхідного і вихідного отворів має форсунки для подачі водоповітряної суміші.

Таблиця 1.8 – Характеристика галтовочного барабана

Найменування	Модель	Габаритні розміри, м	Продуктивність, т/год	Маса, т	Встановлена потужність електродвигуна
Безперервної дії	H26-4A	7,0x3,0x3,9	5	27,7	30,0

1.6.2. Верстати для зачистки виливків

Стационарні верстати для зачистки відливків випускаються з одним і двома шліфувальними кругами або з одної сторони встановлюється шліфувальний круг, а з іншої сторони - пила для відрізання підживлювачів. Верстат з індивідуальним приводом (рис. 1.14) має масивну чавунну станину 1 із столиками 2 для відливків і шпиндель з двома кругами 3 по кінцях (діаметр 500 - 600 мм). Щоб при зносі кругів можна було зберігати в межах норм їх окружні швидкості, на робочому валу є східчастий шків. Напрямок обертання повинен бути таким, щоб відливки тертям круга притискалися вниз до столика. На верстатах подібної конструкції обробляють дрібні відливки масою до 30 кг, які можна утримати в руках. Продуктивність таких верстатів 1,5 - 5,0 кг/с (0,1 - 0,3 т/год).

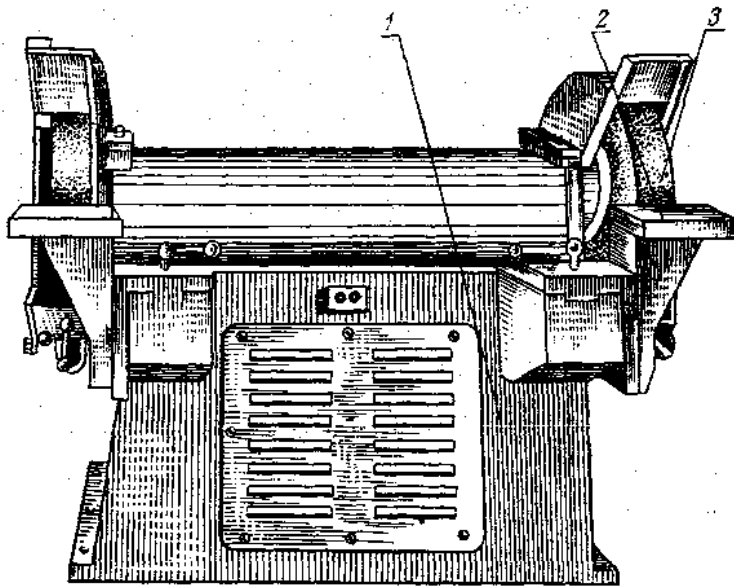


Рис. 1.14 – Стационарний верстат для зачистки відливок та відрізки підживлювачів.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА “КОРПУС ГІДРОМОТОРА”

2.1. Аналіз конструкції та технологічності виливка

Корпус гідромотора є базовою несучою деталлю гідравлічного виконавчого механізму, яка виконує функції розміщення робочих органів, формування внутрішніх потокових каналів робочої рідини та забезпечення геометричної жорсткості всього вузла. В процесі експлуатації деталь працює в умовах змінного тиску, вібраційних навантажень та температурних коливань, що накладає підвищені вимоги до герметичності та стабільності структури матеріалу.

Корпус має складну просторову конфігурацію, яка поєднує зовнішню осесиметричну форму з внутрішніми ступінчастими порожнинами різних діаметрів, а також системою технологічних переходів і радіусів. Основним конструкційним матеріалом є сірий чавун марки СЧ35, який забезпечує необхідний баланс між міцністю, демпфуючою здатністю та технологічністю лиття.

2.1.1. Конструктивний аналіз деталі

З точки зору конструкції корпус гідромотора можна віднести до деталей середньої та підвищеної складності лиття. Його форма є в цілому осесиметричною, що є позитивним фактором для процесу формування в піщаних формах, оскільки дозволяє відносно рівномірно розподіляти усадкові явища та спрощує базування в оснастці.

Водночас внутрішня геометрія корпусу є суттєво ускладненою через наявність ступінчастих циліндричних порожнин, які змінюють діаметри по довжині деталі. Такі переходи створюють локальні концентрації теплових мас і, відповідно, зони потенційної усадки під час кристалізації металу. Крім того, на кресленні присутні похилі поверхні та конструктивні елементи з кутами нахилу,

що ускладнює рознімання ливарної форми та вимагає застосування розвиненої стержневої системи.

Особливу увагу слід приділити внутрішнім каналам, які виконують функцію розподілу робочої рідини. Їх геометрія є багатоступінчастою, що передбачає використання декількох стержнів або складного багатосекційного стержневого блока. При цьому критично важливо забезпечити точну співвісність стержнів, оскільки навіть незначні відхилення можуть призвести до перекриття каналів або нерівномірності товщини стінок після механічної обробки.

2.1.2. Оцінка технологічності виливка

З технологічної точки зору конструкція корпусу є придатною для виготовлення методом лиття в піщані форми, однак потребує комплексного підходу до проектування оснастки.

Позитивною особливістю є відсутність надтонкостінних елементів, що знижує ризик неповного заповнення форми. Радіуси переходів, які присутні у конструкції (R2–R6), сприяють зменшенню напружень та покращують умови течії розплаву. Наявність масивних зон дозволяє ефективно реалізувати живлення виливка через прибуткову систему.

До ускладнюючих факторів відноситься значна кількість внутрішніх порожнин і перепадів перерізів. Це потребує використання багатокомпонентної стержневої оснастки, що підвищує вимоги до точності виготовлення стержнів і їх установки в форму. Крім того, різкі переходи діаметрів можуть призводити до формування усадкових раковин, що необхідно враховувати при проектуванні ливниково-живильної системи.

2.1.3. Особливості формоутворення та ливарного процесу

Для виготовлення корпусу доцільно застосовувати піщані форми з роз'ємом по горизонтальній площині, що забезпечує відносно просте формування зовнішнього контуру. Внутрішні порожнини формуються за

допомогою стержнів, кількість яких визначається складністю ступінчастої внутрішньої геометрії.

Умовно можна виділити центральний стержень, який формує основну осьову порожнину, а також додаткові елементи, що відповідають за формування локальних звужень і розширень. Стержні повинні мати достатню жорсткість, оскільки їх зміщення може призвести до критичних відхилень у геометрії внутрішніх каналів.

Ливникова система повинна забезпечувати спокійне заповнення форми без турбулентності. Доцільним є застосування нижнього або комбінованого підводу металу з метою зменшення ерозії форми та зниження ймовірності утворення газових дефектів. Особлива увага приділяється живленню масивних зон корпусу, де можливе формування усадкових раковин.

2.1.4. Властивості СЧ 35 та його вплив на технологію

Використання сірого чавуну марки СЧ35 є обґрунтованим з точки зору як технології лиття, так і експлуатаційних характеристик. Матеріал має добру рідкотекучість, що забезпечує заповнення складних форм, а також високу здатність до демпфування вібрацій, що є важливим для гідравлічних механізмів.

Разом з тим, матеріал має обмежену пластичність, що робить його чутливим до концентраторів напружень. Саме тому у конструкції передбачені радіусні переходи, які знижують ризик утворення тріщин. Особливу увагу необхідно приділяти контролю швидкості охолодження, оскільки різниця товщин стінок може викликати внутрішні напруження.

2.1.5. Технічні умови на вилівок

Готовий вилівок корпусу гідромотора повинен відповідати вимогам щодо геометричної точності, структурної однорідності та відсутності критичних дефектів. Допускаються незначні поверхневі нерівності, які не впливають на функціональні поверхні та підлягають механічній обробці.

Не допускається наявність тріщин, наскрізних раковин, газових пор та інших дефектів, які можуть впливати на герметичність або міцність корпусу. Особливо суворі вимоги висуваються до внутрішніх поверхонь, що контактують з робочою рідиною під тиском.

Механічна обробка передбачається для всіх посадочних та ущільнювальних поверхонь, а також для внутрішніх циліндричних зон. Для цього на стадії лиття закладаються відповідні припуски, які залежать від габаритів і складності поверхні.

Контроль якості включає візуальний огляд, вимірювальний контроль та, за необхідності, неруйнівні методи контролю, такі як ультразвукова дефектоскопія або гідравлічні випробування на герметичність.

2.1.6. Узагальнена оцінка виливка “Корпус гідромотора”

Аналіз конструкції корпусу гідромотора показує, що деталь є технологічно складною, але цілком придатною для виготовлення методом лиття в піщані форми. Використання сірого чавуну СЧ35 забезпечує необхідні експлуатаційні властивості та стабільність роботи виробу.

Основними технологічними викликами є складна внутрішня геометрія, необхідність застосування багатостержневої системи та ризику утворення усадкових дефектів у масивних зонах. Водночас правильне проектування ливниково-живильної системи та стержневої оснастки дозволяє отримати якісний виливок, що відповідає вимогам експлуатації гідромотора.

2.2. Визначення положення виливка у формі і вибір площини роз'єму

Корпус гідромотора є складним фасонним виливком із внутрішніми ступінчастими порожнинами та значною кількістю поверхонь, що підлягають механічній обробці. При виборі положення виливка у формі необхідно забезпечити сприятливі умови заповнення форми рідким металом, направлене тверднення та можливість надійного встановлення стержнів.

Для даного корпусу доцільно прийняти горизонтальне положення у формі з розніманням по осьовій площині деталі (рис. 2.1). Таке розташування забезпечує рівномірне заповнення форми металом і спрощує конструкцію модельної оснастки. При цьому основна масивна частина корпусу розташовується у нижній півформі, що сприяє підвищенню стійкості стержнів та зменшує можливість їх зміщення під дією гідростатичного тиску металу.

Вибране положення також забезпечує зручне розташування прибутків у верхніх масивних зонах деталі, де найбільш ймовірно утворення усадкових дефектів. Розміщення внутрішніх порожнин вздовж горизонтальної осі дозволяє спростити конструкцію центрального стержня та полегшує його встановлення у форму.

Рознімання форми по горизонтальній площині є технологічно доцільним, оскільки більшість зовнішніх поверхонь корпусу мають достатні формувальні ухили та не створюють піднутрень, що ускладнюють витягування моделі з форми.

2.3. Вибір припусків на механічну обробку та усадку

Оскільки корпус гідромотора працює у вузлі з підвищеними вимогами до точності посадочних поверхонь та співвісності внутрішніх каналів, значна частина поверхонь виливка підлягає механічній обробці. Для забезпечення необхідної точності та чистоти поверхні на кресленні передбачаються припуски на механічну обробку.

приймаються у межах 2,5–4 мм. На торцеві поверхні, які підлягають підрізанню та забезпечують базування при складанні, рекомендується призначати припуск 2–3 мм.

При проектуванні модельної оснастки необхідно враховувати лінійну усадку матеріалу. Для сірого чавуну марки СЧ35 величина ливарної усадки приймається: 0.8% - 1.0%

При виготовленні моделей доцільно використовувати усадковий коефіцієнт: 1.0% що забезпечує компенсацію змін розмірів під час охолодження виливка.

2.4. Вибір радіусів галтелей та формувальних кутів

Для забезпечення нормальних умов заповнення форми, зменшення концентрації напружень та покращення умов кристалізації в конструкції корпусу передбачені галтелі та плавні переходи між поверхнями.

Наявність радіусів R2–R6 у місцях переходів товщин стінок є технологічно обгрунтованою, оскільки різкі переходи перерізів можуть призводити до локальної концентрації теплових вузлів, утворення усадкових раковин та виникнення внутрішніх напружень. Мінімальні радіуси галтелей у даній конструкції приймаються не менше 2 мм, а у масивних вузлах – до 6 мм.

Застосування плавних переходів також сприяє кращому витіканню металу при заливанні та знижує ймовірність утворення газових включень і неспаїв.

Для забезпечення виймання моделі з форми без руйнування формувальної суміші на вертикальних поверхнях передбачаються формувальні ухили. Для зовнішніх поверхонь корпусу рекомендується приймати ухили 3-4°.

Для внутрішніх поверхонь та глибоких порожнин ухили приймаються більшими: 5-6°, що пояснюється складнішими умовами витягування стержневих елементів та необхідністю запобігання осипанню форми.

довжини, що забезпечують точне центрування та виключають зміщення під дією тиску рідкого металу.

Довжина стержневих знаків повинна забезпечувати надійне базування стержня у формі та компенсацію можливих теплових деформацій. Для даного типу корпусу рекомендується приймати довжину знаків не менше 25–40 мм залежно від діаметра та маси стержня.

З метою покращення газопроникності та зниження ймовірності утворення газових дефектів у стержнях необхідно передбачати вентиляційні канали. Крім того, при проектуванні стержневої системи слід враховувати можливість вільного видалення стержнів після затвердіння металу та механічної обробки виливка.

Отже, прийняте положення корпусу гідромотора у формі забезпечує сприятливі умови заповнення форми та направлено твёрднення виливка. Вибрані припуски на механічну обробку та усадку відповідають вимогам до точності та технологічності лиття з сірого чавуну СЧ 35.

Передбачені радіуси галтелей і формувальні ухили забезпечують покращення умов формування, зниження концентрації напружень та підвищення якості виливка. Конструкція стержневої системи та стержневих знаків дозволяє забезпечити точне формування внутрішніх порожнин корпусу та стабільність геометричних параметрів деталі.

2.6. Конструювання і розрахунок ливникової системи ливарної форми

2.6.1. Визначення габаритних розмірів опоки

Габарити опок визначаються габаритами відливка, числом відливків в одній опоці, розмірами ливникової системи, правильністю розміщення моделей на підмодельній плиті. Правильність розміщення моделей на підмодельній плиті для даного розміру опок визначається коефіцієнтом металоємності, тобто співвідношення загальної ваги металу у формі до ваги формувальної та

стержневої маси опоки. Коефіцієнт металоемності залежить від складності, товщини тіла і габаритів відливка і знаходиться у межах 0,25...1,2.

Відстань між окремими моделями дорівнює $(0,3...0,5) \cdot h$, де h – висота моделі у верхній та нижній напівформах, відстань від моделі до верху форми та від моделі до низу форми. При формовці в одній опоці декількох відливоків, залитих через загальну ливникову систему, відстань в площині роз'єму між ними повинна бути $\leq 20...25$ мм. Відстань від тіла відливка до стінок опок складає 50...100 мм, від стержньового знаку до бокової стінки опоки 0...50 мм.

Відстань від моделі до верхньої і нижньої площини рівна 60...120 мм. Враховуючи, що для виготовлення відливка застосовуємо автоматичну лінію з розмірами опоки 500×400×150/150 мм приймаємо кількість відливоків отримуємо в одній опоці рівним 1 шт.

2.6.2. Розрахунок оптимальної тривалості заливки

Ливникова система складається з послідовно з'єднаних між собою каналів за допомогою яких розплавлений метал підводиться у ливарну порожнину форми.

Оптимальна тривалість заливки визначається за формулою:

$$t = S_1 \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot C_1}, \quad (2.1)$$

де S_1 – коефіцієнт, $S_1 = 0,9$;

δ – середня товщина стінок відливка, $\delta = 25,5$ мм;

C_1 – вага одного виливка з ливниковою системою, кг.

$$C_1 = C_b + 0,4 \cdot C_b \quad (2.2)$$

$$C_1 = 16,46 + 0,4 \cdot 16,46 = 23,04 \text{ кг}$$

Тоді:

$$t = 2,0 \cdot \sqrt[3]{25,5 \cdot 23,04} = 16,7 \text{ сек}$$

Середня швидкість підйому рівня металу у формі визначається по формулі:

$$V = \frac{C}{t}, \quad (2.3)$$

де C – висота відливка, мм;

t – оптимальна тривалість заливки, сек.

$$V = \frac{45}{16,7} = 2,7 \text{ мм / сек.}$$

Розрахункова тривалість заливки забезпечує швидкість підйому рідкого металу у формі вище мінімально можливої.

2.6.3. Розрахунок площі перерізу каналів ливникової системи

Загальна площа живильників на один відливок:

$$\sum F_{ж} = \frac{G \cdot 1000}{\mu \cdot t \cdot \gamma \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \quad (2.4)$$

де G – вага одного відливка, з ливниками і т.п., кг;

μ – коефіцієнт витрат металу, $\mu = 0,35$;

g – прискорення вільного падіння, м/сек²;

H_p – середній метало статичний тиск, см.

Середній метало статичний тиск визначаємо за формулою:

$$H_p = H_0; \quad (2.5)$$

де H_0 – висота металу в верхній опоці, $H_0 = 150$ мм;

$$H_p = 150 \text{ мм}$$

$$\sum F_{жс} = \frac{23,04 \cdot 1000}{0,35 \cdot 16,7 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{2} \cdot 981 \cdot 15} = 3,19 \text{ см}^2$$

Приймаємо форму поперечного перерізу живильника – трапецію

Розраховуємо площу шлаковловлювача:

$$\sum F_{ж} : \sum F_{ш} : \sum F_{ст} = 1:1,1:1,2 \quad (2.6)$$

$$\sum F_{ш} = \sum F_{жс} \cdot 1,1 = 3,19 \cdot 1,1 = 3,51 \text{ см}^2$$

Приймаємо форму поперечного перерізу шлаковловлювача трапецевидною

Площа поперечного перерізу стояка:

$$F_{ст} = \sum F_{ш} \cdot 1,2 \quad (2.7)$$

$$F_{ст} = 3,19 \cdot 1,2 = 3,82 \text{ см}^2$$

Оскільки:

$$F_{\text{ст}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ст}}^2}{4} \quad (2.8)$$

Діаметр стояка:

$$d_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст}}}{\pi}} \quad (2.9)$$

$$d_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,83}{3,14}} = 2,21 \text{ см}$$

Визначимо діаметр чаші:

$$D = (2,7 \dots 3) \cdot d_{\text{ст.В}} \quad (2.10)$$

$$D = 2,8 \cdot 22,1 = 62 \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 65$ мм.

2.7. Розробка модельних комплектів та стержневого ящика

Для виготовлення виливка корпусу гідромотора із сірого чавуну СЧ 35 передбачається використання модельного комплекту, який забезпечує формування зовнішніх поверхонь виливка, утворення порожнин під стержні та отримання необхідної точності геометричних розмірів. Враховуючи серійний характер виробництва та складність конфігурації деталі, модельний комплект доцільно виконувати у вигляді плитної оснастки з окремими модельними плитами верху та низу.

Прийняте положення виливка у формі передбачає горизонтальну площину роз'єму, що проходить через вісь симетрії корпусу. У зв'язку з цим модельний комплект складається з двох основних частин: плити з моделлю верхньої півформи та плити з моделлю нижньої півформи. Таке конструктивне виконання забезпечує стабільність розмірів, підвищує точність складання форми та полегшує механізацію формувальних операцій.

Модельна плита низу призначена для формування нижньої півформи та основної частини зовнішньої конфігурації корпусу. На ній розташовується нижня частина моделі виливка, а також елементи центрування та базування. Нижня модельна плита сприймає основне навантаження при формуванні, тому повинна мати достатню жорсткість і стійкість до деформацій.

Модельна плита верху використовується для формування верхньої півформи та містить верхню частину моделі виливка, елементи ливникової системи, а також посадочні місця для стержневих знаків. На верхній плиті доцільно розташовувати елементи прибутків і випорів, що забезпечують відведення газів та живлення масивних частин виливка під час кристалізації металу.

Оскільки корпус гідромотора має складну внутрішню конфігурацію, модельний комплект повинен забезпечувати точне встановлення стержнів у формі. Для цього на моделях передбачаються стержневі знаки, які утворюють відповідні гнізда у формі. Стержневі знаки виконуються з урахуванням маси та

габаритів стержнів і повинні забезпечувати надійну фіксацію стержневої системи під час заливання металу.

Для виготовлення модельного комплекту доцільно використовувати алюмінієві сплави. Застосування алюмінієвих модельних плит забезпечує високу точність геометричних розмірів, достатню міцність та малу масу оснастки. Крім того, алюмінієві сплави мають хорошу оброблюваність різанням, високу корозійну стійкість та достатню зносостійкість при серійному виробництві.

У порівнянні з дерев'яними моделями алюмінієві модельні комплекти мають значно більший термін служби, забезпечують стабільність розмірів та менше піддаються впливу вологи й температурних коливань. Це особливо важливо для корпусу гідромотора, де внутрішні поверхні мають підвищені вимоги до співвісності та точності розташування.

При проектуванні модельного комплекту враховуються припуски на механічну обробку, ливарна усадка матеріалу та формувальні ухили. Для чавуну СЧ35 величина усадки приймається близько 1 %, що враховується при визначенні розмірів моделі. На вертикальних поверхнях моделі передбачаються формувальні ухили, які забезпечують вільне виймання моделі з форми без руйнування формувальної суміші.

Конструкція модельних плит повинна забезпечувати їх точне взаємне центрування при складанні форми. Для цього застосовуються напрямні втулки та центрівні штифти. Крім того, плитна оснастка повинна мати достатню жорсткість для роботи на формувальних машинах та витримувати динамічні навантаження під час ущільнення формувальної суміші.

Таким чином, застосування плитного модельного комплекту з алюмінієвого сплаву для виготовлення корпусу гідромотора є технологічно та економічно обґрунтованим.

Розроблена конструкція оснастки (рис. 2.3) і рис (2.4) забезпечує необхідну точність вилівка, підвищує продуктивність формувальних робіт та створює умови для стабільного серійного виробництва.

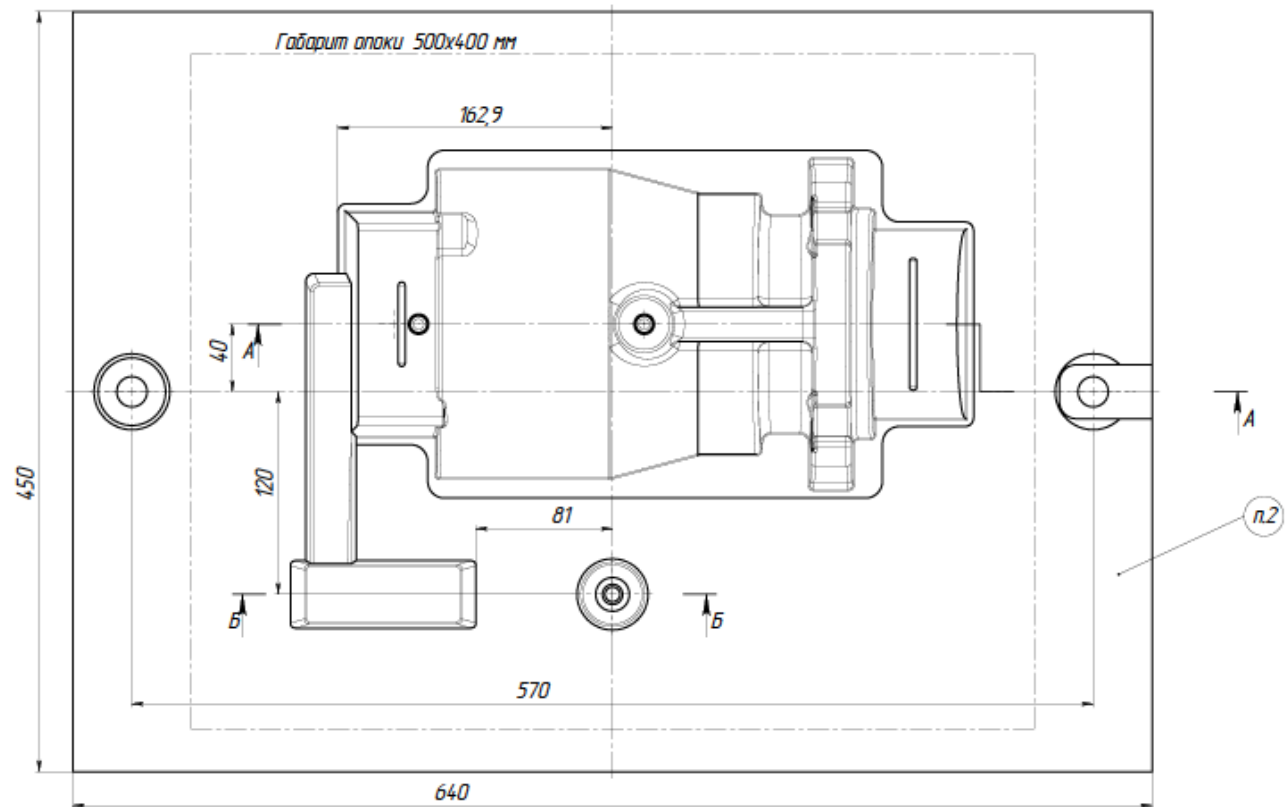


Рис. 2.3 – Модельный комплект верха

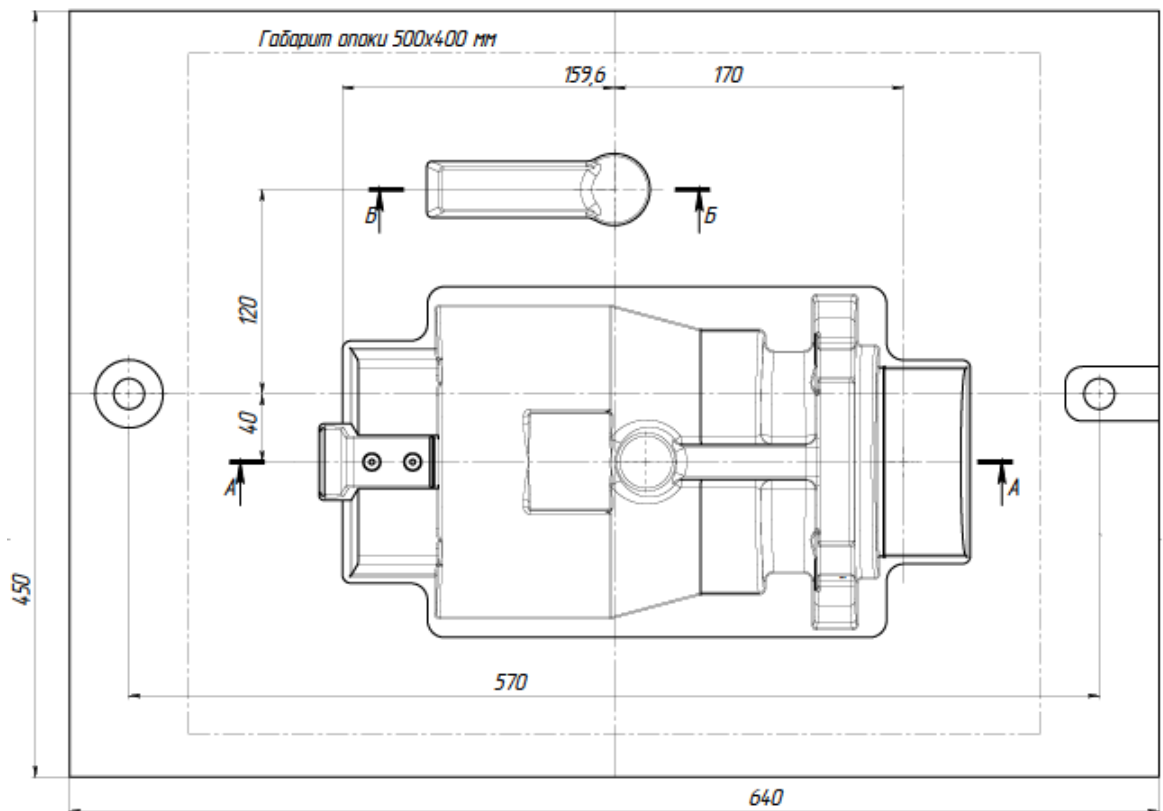


Рис. 2.4 – Модельный комплект низа

Для формування внутрішніх порожнин корпусу гідромотора передбачається використання складної стержневої системи, яка забезпечує утворення ступінчастих циліндричних каналів та внутрішніх поверхонь виливка. Враховуючи серійний характер виробництва, а також необхідність забезпечення високої точності й стабільності геометричних параметрів стержнів, доцільно застосувати двомісний стержневий ящик для роботи на стержневій машині типу KSA з Cold-Box Amin Process.

Прийнята технологія виготовлення стержнів базується на використанні холоднотвердіючих сумішей, у яких затвердіння відбувається внаслідок продування стержневої суміші газоподібним аміном. Основною перевагою даного процесу є висока швидкість тверднення, можливість отримання точних і міцних стержнів, а також висока продуктивність процесу.

Конструкція стержневого ящика виконується двомісною, тобто за один цикл машини одночасно виготовляються два однакові стержні. Таке рішення є технологічно та економічно доцільним для серійного виробництва корпусів гідромотора, оскільки дозволяє підвищити продуктивність стержневої дільниці та зменшити собівартість виготовлення стержнів.

Стержневий ящик складається з двох основних півформ, які утворюють робочу порожнину стержня. Конфігурація порожнини відповідає внутрішній геометрії корпусу гідромотора з урахуванням усадки та технологічних припусків. Оскільки внутрішні канали мають ступінчасту форму та змінні діаметри, конструкція стержневого ящика є складною та потребує точного взаємного базування всіх елементів.

Для забезпечення виймання готового стержня конструкція ящика передбачає наявність технологічних ухилів та рознімних елементів. У місцях складної конфігурації можуть застосовуватись вставки або рухомі елементи, що полегшують розкриття стержневого ящика та знижують ризик пошкодження стержня при вийманні.

Заповнення стержневого ящика здійснюється піскострільним способом. Стержнева суміш, яка складається з кварцового піску та холоднотвердіючого

зв'язуючого, під дією стисненого повітря подається у порожнину ящика через спеціальні вдувні отвори. Після ущільнення суміші здійснюється продування аміним газом.

Продування аміном відбувається через систему газових каналів, передбачених у конструкції стержневого ящика. Газ проходить крізь пористу структуру стержневої суміші між зернами піску та викликає полімеризацію зв'язуючого. Внаслідок цього суміш швидко твердне та набуває необхідної міцності. Після завершення продування виконується продувка повітрям для видалення залишків аміну та завершення процесу тверднення.

При проектуванні газової системи стержневого ящика особливу увагу необхідно приділяти рівномірності проходження газу через весь об'єм стержня. Нерівномірна продувка може призвести до місцевого недотвердіння суміші, що викликає руйнування стержня або утворення дефектів у виливку.

Матеріалом стержневого ящика доцільно вибрати алюмінієвий сплав або чавун. Для серійного виробництва перевага надається алюмінієвим сплавам, оскільки вони мають меншу масу, хорошу теплопровідність та достатню механічну міцність. Крім того, алюмінієві ящики мають меншу інерційність і забезпечують кращу продуктивність роботи стержневої машини.

Конструкція стержневого ящика повинна забезпечувати високу точність взаємного центрування півформ. Для цього передбачаються напрямні колонки, втулки та замкові елементи. Особливе значення має герметичність стиків, оскільки витік амінного газу погіршує якість затвердіння стержня та погіршує санітарні умови праці.

У конструкції також необхідно передбачити вентиляційні канали для відведення надлишкового повітря та продуктів реакції. Правильна вентиляція сприяє рівномірному ущільненню суміші та зменшує ймовірність утворення газових дефектів.

Двомісний стержневий ящик для машини KSA (рис. 2.5) забезпечує одночасне виготовлення двох стержнів стабільної якості, що значно підвищує продуктивність стержневої дільниці. Застосування Cold-Box Amin Process дозволяє скоротити тривалість циклу виготовлення стержнів, підвищити

точність внутрішніх поверхонь вилівка та зменшити трудомісткість виробництва корпусу гідромотора.

A-A

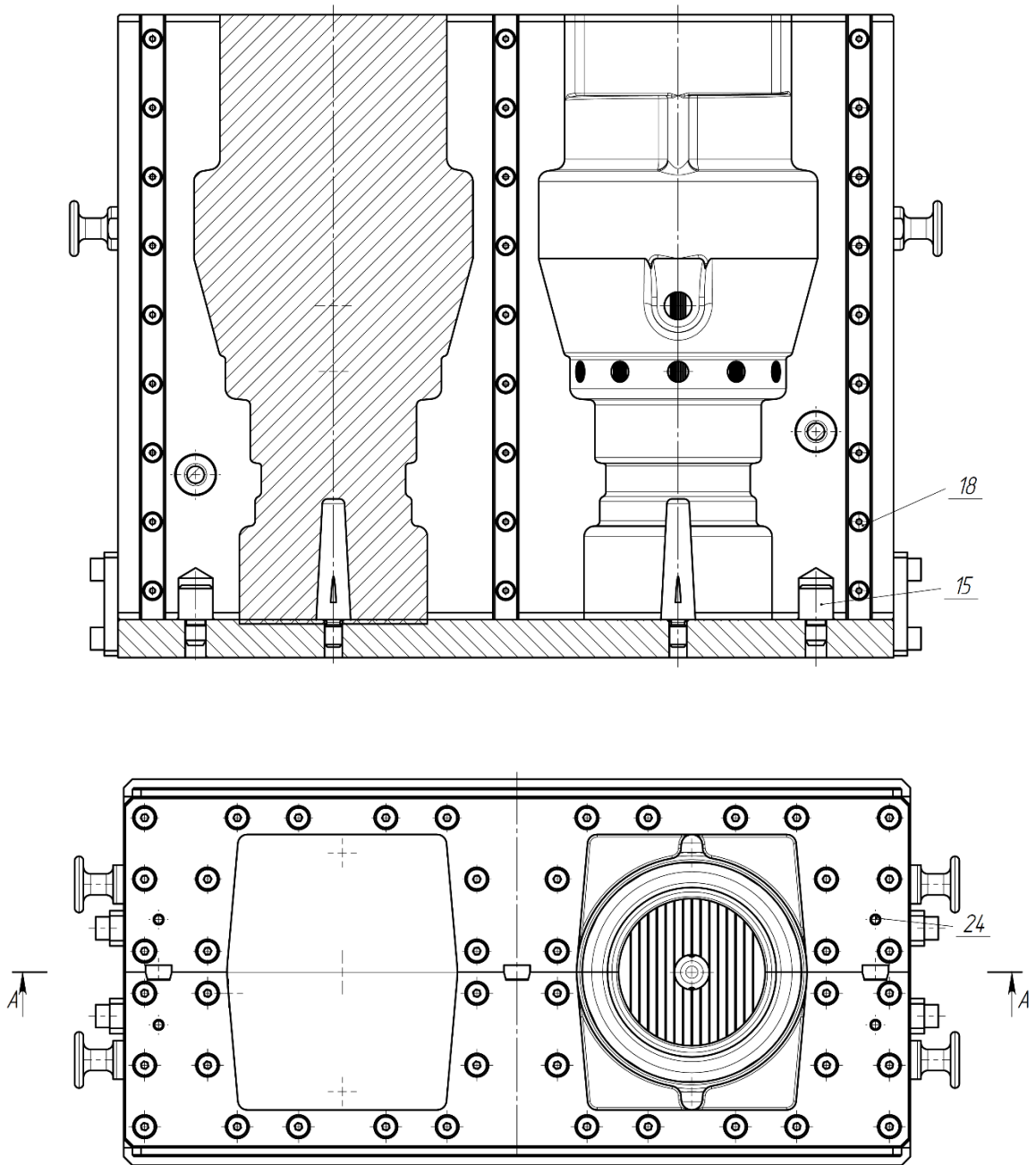


Рис. 2.5 – Ящик стержневий

Розроблені технологічні вказівки показано на кресленні – БР-131.26.05.02.01.00.00.00 КС (дод.). Модельний комплект низа показано на кресленні – БР-131.26.05.02.02.00.00.00 КС (дод.). Модельний комплект верха показано на кресленні – БР-131.26.05.02.03.00.00.00 КС (дод.). Стержневий ящик показано на кресленні – БР-131.26.05.02.04.00.00.00 КС (дод.).

Висновок

В роботі вибране сучасне ливарне обладнання і наведено його технічну характеристику для виробництва виливків у ливарному цеху сірого чавуну. При виготовленні стержнів у стержневому відділенні застосована сучасна технологія – Cold-Box Amin Process із використанням стержневої машини типу KSA.

Розроблена технологія виготовлення виливка “Корпус гідромотора” на формувальній лінії моделі Л22821. Спроектвана конструкція ливарної форми; обрано розташування виливка в формі та кількість виливків на одну ливарну форму; розраховано ливниково-живильну систему для ефективною заливки розплаву чавуну.

Виготовлені всі технологічні креслення.

Список літератури

1. Хричиков В.Е., Меньяло О.В. Ливарне виробництво чорних і кольорових металів: Навч. посібник. Видання друге, доопрацьоване. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 89 с.
2. Бялік Г.А., Наумик В.В., Луньов В.В., Пархоменко А.В. Теорія ливарних сплавів. Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. –156 с. – ISBN: 978-617-529-068-2.

ДОДАТКИ